

ILUMINACION DE PUESTOS DE TRABAJO EN INTERIORES (ISO 8995:2002/CIE S 008-2001, IDT)

Lighting of indoor workplaces

Índice

Prefacio ISO	2
Prefacio CIE	2
Introducción.....	3
Cláusula	
1 Alcance	3
2 Referencias normativas	3
3 Definiciones	4
4 Criterios de diseño de la iluminación	5
4.2 Distribución de las luminancias	6
4.3 Iluminancia	6
4.3.1 Iluminancias recomendadas en el área de la tarea	7
4.3.2 Escala de iluminancias	7
4.3.3 Iluminancia de los entornos inmediatos	8
4.3.4 Uniformidad	8
4.4 Deslumbramiento	8
4.4.1 Apantallamiento contra el deslumbramiento	9
4.4.2 Deslumbramiento molesto	9
4.4.3 Reflexiones velantes y deslumbramiento reflejado	10
4.5 Direccionalidad	10
4.5.1 Modelado	10
4.5.2 Iluminación direccional de las tareas visuales	11
4.6 Aspectos del color	11
4.6.1 Apariencia de color	11
4.6.2 Rendimiento de color	11
4.7 Luz natural	12
4.8 Mantenimiento	13
4.9 Consideraciones sobre la energía	13
4.10 Iluminación de puestos de trabajo equipados con terminales de pantallas visuales TPV	13
4.11 Parpadeo y efecto estroboscópico	14
4.12 Iluminación de emergencia	14
5 Lista de requisitos de iluminación	14
6 Procedimientos de verificación	29
6.1 Iluminancia	29
6.2 Capacidad unificada de deslumbramiento (<i>CUD</i>)	29
6.3 Índice (R_a) de rendimiento de color	29
6.4 Apariencia de color (T_{cp})	29
6.5 Mantenimiento	29
6.6 Luminancia de las luminarias	29
6.7 Tolerancias en las mediciones	30

ILUMINACION DE PUESTOS DE TRABAJO EN INTERIORES

Introducción

Una buena iluminación creará un entorno visual que hace posible que las personas vean, se muevan con seguridad y realicen tareas visuales con eficiencia, precisión y seguridad, sin provocar una fatiga visual y molestias indebidas. La iluminación puede ser natural, eléctrica o una combinación de ambas.

Una buena iluminación exige atención por igual a la cantidad y a la calidad de la iluminación. Aunque es necesario proporcionar suficiente iluminancia sobre la tarea, en ambos casos la visibilidad depende de la forma en que se entrega la luz, de las características de color de la fuente de luz y de las superficies, conjuntamente con el nivel de deslumbramiento del sistema. En esta norma, se ha aprovechado la oportunidad para especificar para distintos puestos de trabajo y tipos de tareas no sólo la iluminancia, sino también el valor límite del deslumbramiento molesto y el índice mínimo de rendimiento de color de la fuente.

En el cuerpo de esta norma se proponen los parámetros para crear condiciones visuales cómodas. Los valores recomendados se considera que representan un equilibrio razonable que tienen en cuenta los requisitos para la seguridad, la salud y una ejecución eficiente del trabajo. Los valores se pueden alcanzar con soluciones energéticas prácticas y eficientes.

Hay también parámetros ergonómicos visuales, como la capacidad de percepción y características y atributos de la tarea, que determinan la calidad de las destrezas visuales del operador y, de aquí, los niveles de ejecución. En algunos casos, la mejoría de estos factores que influyen puede mejorar la ejecución sin que sea necesario incrementar la iluminancia. Por ejemplo, al mejorar el contraste de los atributos de la tarea, agrandando la tarea mediante el uso de las actuales ayudas visuales (vidrios) y proporcionando sistemas especiales de iluminación con capacidad direccional local de la iluminación.

1 Alcance

Esta norma especifica los requisitos de iluminación para los puestos de trabajo en interiores y para que las personas ejecuten con eficiencia las tareas visuales, con comodidad y seguridad a través del período completo de trabajo.

Esta norma no explica cómo han de diseñarse los sistemas o técnicas de iluminación para optimizar las soluciones para puestos de trabajo específicos. Estas soluciones se pueden encontrar en las guías y reportes correspondientes de la CIE.

2 Referencias normativas

Las normas siguientes contienen disposiciones que, al ser referidas en este texto, se convierten en disposiciones de esta Norma Internacional. Las ediciones indicadas estaban vigentes en el momento de la publicación de esta última. Todas las normas están sujetas a revisión y las Partes que han de llegar a acuerdos sobre la base de esta Norma deben investigar la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las normas que se señalan a continuación. Los miembros de la CIE, de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) y de la Organización Internacional de Normalización (ISO) disponen de archivos de las normas internacionales vigentes.

NC-ISO 3864-1	Símbolos gráficos. Colores de seguridad y señales de seguridad. Parte 1: Principios de diseño de las señales de seguridad en los lugares de trabajo y áreas públicas
ISO 6309	Protección contra incendios – señales de seguridad
ISO 6385 ¹⁾	Principios ergonómicos en el diseño de sistemas de trabajo
ISO 9241 Partes 6/7/8	Requisitos ergonómicos para trabajo de oficina con terminales de pantallas visuales
CIE 13.3-1995	Método de medición y especificación del rendimiento de color de las fuentes de luz
CIE 16-1970	Luz natural
CIE 17.4-1987	Vocabulario Internacional de la iluminación 4ª Edición – equivalente a IEC 60050 (845)
CIE 19.2-1981	Método analítico para la descripción de la influencia de los parámetros de la iluminación sobre la ejecución visual
CIE 40-1978	Cálculos para la iluminación de interiores – método básico
CIE 58-1983	Iluminación para salas deportivas
CIE 60-1984	La visión y las estaciones integradas de trabajo con pantallas visuales
CIE 62-1984	Iluminación para piscinas
CIE 96-1992	Fuentes eléctricas de luz. Estado del arte – 1991
CIE 97-1992	Mantenimiento de sistemas de iluminación eléctrica en interiores
CIE 103/5-1993	La economía del mantenimiento de la iluminación en interiores
CIE 117-1995	Deslumbramiento molesto en la iluminación en interiores
CIE 129-1998	Guía para la iluminación de áreas de trabajo en exteriores

3 Definiciones

En general, los términos utilizados en esta norma están definidos en el Vocabulario de Iluminación de la CIE (CIE 17.4-1987), pero a continuación se definen unos pocos términos más:

3.1 tarea visual

elementos visuales de la tarea que ha de ejecutarse.

3.2 área de la tarea

área parcial del puesto de trabajo en la cual está situada la tarea visual y se ejecuta ésta.

3.3 entorno inmediato

zona de 0,5 m de anchura, como mínimo, que circunda el área de la tarea dentro del campo visual.

¹⁾ Véase también la NC 116:2001

3.4 iluminancia mantenida (\bar{E}_m)

valor por debajo del cual no debe disminuir la iluminancia media en la superficie especificada.

3.5 capacidad unificada de deslumbramiento (CUD ; en inglés: UGR)

medición CIE del deslumbramiento molesto.

3.6 capacidad unificada límite del deslumbramiento (CUD_L ; en inglés: UGR_L)

valor máximo permisible de la CUD para el diseño de la instalación de iluminación.

3.7 ángulo de apantallamiento

ángulo medido, desde la horizontal, por debajo del cual la(s) lámpara(s) queda(n) apantallada(s) por la luminaria de la visión directa de un observador.

3.8 plano de trabajo

superficie de referencia definida como el plano en el cual se hace usualmente el trabajo.

4 Criterios de diseño de la iluminación**4.1 Entorno luminoso**

Una buena práctica de iluminación para puestos de trabajo es más que proporcionar solamente una buena visibilidad de la tarea. Es esencial que las tareas se ejecuten con facilidad y comodidad. Luego, la iluminación debe satisfacer los aspectos cuantitativos y cualitativos demandados por el entorno. En general, la iluminación ha de garantizar:

- la comodidad visual, para que los trabajadores tengan una sensación de bienestar,
- la ejecución visual, para que los trabajadores sean capaces de realizar sus tareas visuales con rapidez y precisión, aún en circunstancias difíciles y durante largos períodos,
- la seguridad visual, para ver alrededor y detectar los peligros.

Para satisfacer estos aspectos, se necesita prestar atención a todos los parámetros que contribuyen al entorno luminoso. Los parámetros principales son:

- distribución de la luminancia,
- la iluminancia,
- el deslumbramiento,
- la direccionalidad de la luz,
- aspecto del color de la luz y las superficies,
- el parpadeo,
- la luz natural,
- el mantenimiento.

La cláusula 5 brinda, para diversas actividades, los valores de diseño para los parámetros cuantificables de la iluminancia, el deslumbramiento molesto y el rendimiento de color.

NOTA: Además de la iluminación, hay otros parámetros ergonómicos visuales que influyen en la ejecución visual de los operadores, como:

- a) las propiedades intrínsecas de la tarea (tamaño, forma, posición, color y reflectancia del detalle y el fondo)
- b) capacidad oftálmica del operador (agudeza visual, percepción de la profundidad, percepción del color).

La atención a estos factores puede mejorar la ejecución visual sin necesidad de incrementar la iluminancia.

4.2 Distribución de las luminancias

La distribución de las luminancias en el campo visual controla el nivel de adaptación de los ojos, lo cual influye en la visibilidad de la tarea.

Se necesita una adaptación bien balanceada de la luminancia para incrementar:

la agudeza visual (nitidez en la visión),

sensibilidad del contraste (discriminación de diferencias de luminancia relativamente pequeñas),

eficiencia de las funciones oculares (tales como la acomodación, la convergencia, la contracción de las pupilas, los movimientos de los ojos, etc.).

Una distribución variada de las luminancias en el campo visual también afecta la comodidad visual y deben evitarse:

las luminancias demasiado altas, porque pueden dar lugar a deslumbramiento,

los contrastes demasiado altos de las luminancias que provocarán fatiga visual debido a la readaptación continua de los ojos,

las luminancias demasiado bajas y los contrastes demasiado bajos de las luminancias, que dan por resultado un entorno de trabajo sombrío y falta de estimulación,

también, ha de prestarse atención a la adaptación al moverse de una zona a otra dentro de un edificio.

Las luminancias de todas las superficies son importantes y estarán determinadas por la reflectancia de las superficies y por la iluminancia sobre ellas. La gama de las reflectancias útiles para las principales superficies interiores son:

techo:	0,6 – 0,9
paredes:	0,3 – 0,8
plano de trabajo:	0,2 – 0,6
piso:	0,1 – 0,5

4.3 Iluminancia

La iluminancia y su distribución sobre las áreas de las tareas y el área circundante tienen un impacto principal en cómo una persona percibe y ejecuta la tarea visual con rapidez,

seguridad y comodidad. Para los espacios en que se desconoce el área específica, el área donde puede ocurrir la tarea se toma como el área de la tarea.

Todos los valores de iluminancias especificados en esta norma son iluminancias mantenidas, las que proporcionarán las necesidades para la seguridad visual en el trabajo y la ejecución visual.

4.3.1 Iluminancias recomendadas en el área de la tarea

Los valores dados en la cláusula 5 son las iluminancias mantenidas sobre el área de la tarea en la superficie de referencia, la cual puede ser horizontal, vertical o inclinada. La iluminancia media para cada tarea no estará por debajo de los valores dados en la cláusula 5, haciendo caso omiso de la edad y condición de la instalación. Los valores son válidos para condiciones visuales normales y tienen en cuenta los factores siguientes:

los requisitos para las tareas visuales,
la seguridad,
los aspectos psico-fisiológicos, como la comodidad visual y el bienestar,
la economía,
la experiencia práctica.

El valor de la iluminancia se puede ajustar, como mínimo, en un escalón de la escala de la iluminancia si las condiciones visuales difieren de las suposiciones normales. La iluminancia debe incrementarse cuando:

en la tarea están presentes contrastes usualmente bajos,
el trabajo visual es crítico,
los errores son de costosa rectificación,
es de gran importancia la precisión o una mayor productividad,
la capacidad visual del trabajador está por debajo de la normal.

La iluminancia mantenida requerida se puede disminuir cuando:

los detalles son de un tamaño inusualmente grande o de un contraste inusualmente alto,
la tarea ha de acometerse en un tiempo inusualmente breve.

En las áreas en que se hace un trabajo continuo, la iluminancia mantenida no será menor de 200 lux.

4.3.2 Escala de iluminancias

Un factor de 1,5 representa, aproximadamente, la menor diferencia significativa en el efecto subjetivo de la iluminancia. En condiciones normales de iluminación, se requiere una iluminancia horizontal de 20 lux, aproximadamente, para discernir las características del rostro humano y este es el valor que se toma como el menor para la escala de iluminancias. La escala recomendada de iluminancias es:

20 – 30 – 50 – 75 – 100 – 150 – 200 – 300 – 500 – 750 – 1 000 – 1 500 – 2 000 – 3 000 – 5 000 lux.

4.3.3 Iluminancia de los entornos inmediatos

La iluminancia de las áreas inmediatas estará vinculada a la iluminancia del área de la tarea y debe proporcionar una distribución bien balanceada de las luminancias en el campo visual.

Los cambios espaciales rápidos en las iluminancias alrededor del área de la tarea pueden conducir a la tensión visual y a la incomodidad.

La iluminancia mantenida de las áreas inmediatas puede ser inferior a la iluminancia de la tarea, pero no será menor que los valores dados en la tabla siguiente.

Iluminancia de la tarea lux	Iluminancia de los entornos inmediatos lux
≥ 750	500
500	300
300	200
≤ 200	Igual a la iluminancia de la tarea

Adicionalmente a la iluminancia de la tarea, la iluminación proporcionará una adecuada adaptación a la luminancia, de acuerdo con la cláusula 4.2.

4.3.4 Uniformidad

La uniformidad de la iluminancia es la razón del valor mínimo al valor medio. La iluminancia cambiará en forma gradual. El área de la tarea se iluminará tan uniformemente como sea posible. La uniformidad de la iluminancia de la tarea no será menor de 0,7. La uniformidad de la iluminancia de las áreas inmediatas no será menor de 0,5.

4.4 Deslumbramiento

El deslumbramiento es la sensación visual provocada por áreas brillantes dentro del campo visual y que puede ser percibida como un deslumbramiento molesto o un deslumbramiento inhabilitante. El deslumbramiento puede también ser provocado por reflexiones en superficies especulares, conocidas usualmente como reflexiones velantes o deslumbramiento reflejado.

Es importante limitar el deslumbramiento, para evitar errores, fatiga y accidentes.

El deslumbramiento incapacitante es más común en la iluminación exterior, pero puede experimentarse también a causa de luces concentradas o de fuentes de gran brillantez, como una ventana en un espacio iluminado pobremente.

En puestos de trabajo en interiores, el deslumbramiento molesto se presenta usualmente a causa de luminarias o ventanas brillantes. Si se cumplen los límites del deslumbramiento molesto, entonces el deslumbramiento incapacitante no constituye un problema importante.

4.4.1 Apantallamiento contra el deslumbramiento

El deslumbramiento es provocado por luminancias o contrastes excesivos en el campo visual y puede perjudicar la visión de los objetos. Debe evitarse, por ejemplo, mediante el apantallamiento adecuado de las lámparas o el oscurecimiento de las ventanas por medio de cortinas.

Para las lámparas eléctricas, el ángulo mínimo de apantallamiento para las luminancias de las lámparas no será menor que los valores dados en la siguiente:

Luminancia de la lámpara kcd/m ²	Ángulo mínimo de apantallamiento
1 a 20	10°
20 a 50	15°
50 a 500	20°
≥ 500	30°

El ángulo de apantallamiento antes mencionado no debe aplicarse a luminarias que no aparecen en el campo visual de un trabajador durante el trabajo usual ni a aquellas que no dan al trabajador ningún deslumbramiento incapacitante notable.

4.4.2 Deslumbramiento molesto

La capacidad de deslumbramiento molesto de una instalación de iluminación se determinará por el método CIE de la Capacidad Unificada de Deslumbramiento (*CUD*), basado en la fórmula:

$$CUD = 8 \cdot \log \left(\frac{0,25}{L_b} \cdot \sum \frac{L^2 \cdot \omega}{p^2} \right)$$

donde:

- L_b es la luminancia del fondo (cd/m²),
- L es la luminancia de las partes luminosas de cada luminaria en la dirección del ojo del observador (cd/m²),
- ω es el ángulo sólido de las partes luminosas de cada luminaria en el ojo del observador (esteradian),
- p es el índice de posición Guth para cada luminaria individual, que se relaciona con su desplazamiento de la línea de visión.

La Publicación CIE 117 – 1995 brinda los detalles del método de la *CUD*.

En esta norma, todos los valores de la *CUD* en la cláusula 5 están basados en la posición normalizada del observador, los que han sido validados por el método tabular de la *CUD* a una razón 1:1 de espaciamiento / altura. Los datos de la *CUD* serán corregidos según el flujo luminoso inicial de las lámparas utilizadas. Si la instalación de iluminación está compuesta por diferentes tipos de luminarias o lámparas con diferentes fotometrías, o por am-

bas, la determinación del valor de la *CUD* se aplicará a cada combinación de lámpara / luminaria en la instalación. El valor mayor de la *CUD* que se obtenga se tomará como el valor típico de la instalación completa y estará conforme con el valor límite de la *CUD*. Todas las suposiciones hechas en la determinación de la *CUD* se harán constar en la documentación del esquema.

El valor de la *CUD* de la instalación no excederá el valor dado en la cláusula 5.

NOTA: Las variaciones de la *CUD* dentro del local se pueden determinar por el método tabular o por la fórmula para las diferentes posiciones del observador.

Los valores de los límites de la *CUD* en la cláusula 5 se tomarán de la escala de las *CUD* – donde cada paso en la escala representa un cambio significativo en el efecto del deslumbramiento y el valor 13 representa el deslumbramiento molesto mínimo perceptible.

La escala de las *CUD* es: 13 – 16 – 19 – 22 – 25 – 28

4.4.3 Reflexiones velantes y deslumbramiento reflejado

Las reflexiones especulares en la tarea visual, llamadas frecuentemente reflexión velante o deslumbramiento reflejado, pueden alterar la visibilidad, por lo general negativamente. Las reflexiones velantes y el deslumbramiento reflejado se pueden prevenir o reducir mediante las medidas siguientes:

colocación de las luminarias y los puestos de trabajo (al evitar colocar las luminarias en la zona ofensiva),

acabado de las superficies (al usar materiales de bajo brillo en las superficies),

luminancia de las luminarias (límite),

mayor área luminosa de la luminaria (al agrandar el área luminosa),

superficies de techo y paredes (al evitar espacios brillantes).

4.5 Direccionalidad

La iluminación direccional se puede utilizar para resaltar objetos, revelar la textura y mejorar la apariencia de la gente dentro del espacio iluminado. Esto se describe mediante el término “modelado”. La iluminación direccional de una tarea visual puede también reforzar su visibilidad.

4.5.1 Modelado

El modelado se refiere al balance entre la luz difusa y la direccional. Es un criterio válido de la calidad de la iluminación virtualmente en todos los tipos de interiores. La apariencia general de un interior mejora cuando se iluminan sus detalles estructurales, las personas y los objetos dentro de él, de manera que se revelen con claridad y agradablemente la forma y la textura. Esto ocurre cuando la luz viene principalmente desde una dirección; las sombras formadas son esenciales para una modelación buena y se forman sin confusión.

La iluminación no debe ser demasiado direccional, para que no se produzcan sombras fuertes, ni debe ser demasiado difusa o se perderá completamente el efecto de modelado, lo que conduciría al resultado de un entorno luminoso muy sombrío.

4.5.2 Iluminación direccional de las tareas visuales

La iluminación desde una dirección específica puede revelar detalles dentro de una tarea visual, lo que aumenta su visibilidad y hace que la tarea se ejecute con mayor facilidad. Es particularmente importante para tareas de texturas finas y con rayados/ranuras.

4.6 Aspectos del color

Las cualidades de color de una lámpara casi blanca están caracterizadas por dos atributos:

la apariencia de color de la propia lámpara,

las capacidades del rendimiento de color, las que afectan la apariencia de color de los objetos y personas iluminadas por la lámpara.

Estos dos atributos se deben considerar de forma separada.

4.6.1 Apariencia de color

La “apariencia de color” de una lámpara se refiere al color aparente (cromaticidad de la lámpara) de la luz que ella emite. Puede describirse por su temperatura de color correlacionada (T_{cp}).

Las lámparas se dividen usualmente en tres grupos de acuerdo con su temperatura de color correlacionada (T_{cp}).

Apariencia de color	Temperatura de color correlacionada
cálida	inferior a 3 300 K
intermedia	de 3 300 K a 5 300 K
fría	superior a 5 300 K

La selección de la apariencia de color es un tema de la psicología, la estética y de lo que se considera que es natural. La selección depende de la iluminancia, de los colores del local y el amueblamiento, el clima del medio y la aplicación. En climas cálidos se prefiere generalmente una apariencia más fría en el color de la luz, en tanto se prefiere una apariencia más cálida en el color de la luz en climas fríos.

4.6.2 Rendimiento de color

Es importante, tanto para la ejecución visual como para la sensación de comodidad y bienestar, que los colores en el entorno de los objetos y la piel humana se asemejen a los colores naturales, correctamente y en una forma que haga lucir a las personas atractivas y saludables.

Los colores de seguridad, según la NC-ISO 3864, serán siempre reconocibles y discriminados claramente.

Para proporcionar una indicación objetiva de las propiedades de rendimiento de una fuente de luz, se ha introducido el índice general R_a de rendimiento de color. El valor máximo de R_a es 100. Esta cifra disminuye a medida que disminuye la calidad del rendimiento de color.

Las lámparas con un R_a menor de 80 no se deben utilizar en interiores en que trabajan personas o en que éstas permanecen largos períodos. Las excepciones pueden ser la iluminación de espacios de gran altura y la iluminación de exteriores. (Proyectores industriales utilizados a alturas mayores de 6 m). Aún en estos casos se deben tomar medidas adecuadas para garantizar que se usen lámparas de los más altos valores de rendimiento de color en los locales de trabajo ocupados en forma continua y en los que han de reconocerse los colores de seguridad.

La cláusula 5 brinda los valores mínimos recomendados del índice general de rendimiento de color para diferentes tipos de interiores, tareas o actividades.

4.7 Luz natural

La luz natural puede proporcionar toda la iluminación para las tareas visuales, o para una parte de ella.

La luz natural varía con el tiempo en intensidad y en composición espectral y proporciona, por lo tanto, una variabilidad dentro de un interior. La luz natural puede crear un modelado y una distribución de luminancias específicas debido a su flujo casi horizontal desde las ventanas laterales. La luz natural puede también proporcionarse por luces cenitales y otros elementos de fenestración.

Las ventanas pueden proporcionar, también, un contacto visual con el mundo exterior, lo cual es del agrado de la mayoría de las personas. Hay que evitar el contraste excesivo y la incomodidad térmica provocadas por la luz solar directa en las áreas de trabajo. Ha de proporcionarse un control adecuado de incidencia solar, tales como ventanas y quitasoles, para que la luz solar directa no caiga sobre los trabajadores o las superficies dentro de su campo visual, o ambos.

En los interiores con ventanas laterales, la luz natural disponible disminuye rápidamente con la distancia desde la ventana. En estos interiores, el factor de luz natural no debe caer por debajo del 1 % en el plano de trabajo a 3 m desde la pared de la ventana y a 1 m desde las paredes laterales. Se debe proporcionar una iluminación suplementaria para garantizar la iluminancia exigida en el puesto de trabajo y para equilibrar la distribución de las luminancias dentro del local. Se puede utilizar una conmutación automática o manual, o una atenuación, o ambas, para garantizar una integración adecuada entre la iluminación eléctrica y la luz natural.

Se proveerá un apantallamiento para reducir el deslumbramiento desde las ventanas.

4.8 Mantenimiento

Los niveles de iluminación recomendados para cada tarea se dan como iluminancias mantenidas. La iluminancia mantenida depende de la característica de mantenimiento de la lámpara, de la luminaria, el entorno y del programa de mantenimiento.

El esquema de iluminación debe diseñarse con un factor general de mantenimiento calculado para los equipos de iluminación seleccionados, para el entorno espacial y el plan específico de mantenimiento. El factor calculado de mantenimiento no debe ser menor de 0,70.

4.9 Consideraciones sobre la energía

La instalación de iluminación debe cumplir los requisitos luminotécnicos para cada interior, tarea o actividad sin desperdicio de energía. Sin embargo, es importante que no se comprometan los aspectos visuales de una instalación de iluminación simplemente para reducir el consumo de energía.

Esto exige que se consideren adecuadamente los sistemas de iluminación, los equipos, los controles y la utilización de la luz natural disponible. En algunos países se han establecido límites acerca de la energía disponible para la iluminación, los que deben cumplirse. Estos límites se pueden lograr mediante una selección prudente del sistema de iluminación y el uso de la conmutación automática o manual, o la atenuación de las lámparas.

4.10 Iluminación de puestos de trabajo equipados con terminales de pantallas visuales TPV (también conocidas como unidades de pantallas visuales TPV y equipos de pantallas protegidas EPP)

La iluminación para los puestos de trabajo con TPV será adecuada para todas las tareas que han de ejecutarse, o sea, lectura de la pantalla, textos impresos, escritura en papel, trabajo en el teclado, etc.

Por lo tanto los criterios y sistemas de iluminación para estas áreas han de seleccionarse de acuerdo con el área de actividad, el tipo de tarea y el tipo de interior a partir de las recomendaciones dadas en la cláusula 5.

Las pantallas de los TPV y, en algunas circunstancias, los teclados pueden provocar reflexiones que causan deslumbramiento molesto e incapacitante. Por lo tanto, es necesario seleccionar, ubicar y disponer las luminarias para evitar las reflexiones perturbadoras de alta brillantez.

El proyectista determinará la zona de montaje que tiene un carácter ofensivo y escogerá, adecuadamente, los equipos con luminancia controlada y las posiciones de montaje que no causen reflexiones perturbadoras.

La tabla siguiente muestra los límites de las luminancias para el flujo hacia abajo de las luminarias que pudiera reflejarse en las pantallas de los TPV en las direcciones normales de visión. Los límites de la luminancia media de las luminarias se brindan para ángulos de elevación de 65° y mayores desde la vertical hacia abajo radialmente alrededor de la luminaria, para puestos de trabajo en que se utilizan pantallas que están verticales o inclinadas hasta un ángulo de vuelco de 15°.

Clases de pantallas (ver ISO 9241-7)	I	II	III
Calidad de la pantalla	buena	media	pobre
Límite de la luminancia media de las luminarias	$\leq 1\,000\text{ cd/m}^2$		$\leq 200\text{ cd/m}^2$

NOTA: Para algunos lugares especiales, p.e., pantallas sensibles o de inclinación variable, los límites anteriores de luminancias se deben aplicar para ángulos de inclinación inferiores (p.e., 55°) de la luminaria.

4.11 Parpadeo y efecto estroboscópico

El parpadeo da lugar a la distracción y puede ocasionar efectos fisiológicos, como dolores de cabeza. Los efectos estroboscópicos pueden conducir a situaciones peligrosas al cambiar el movimiento percibido de maquinaria rotatoria o reciprocante.

El sistema de iluminación se debe diseñar para que esté libre de parpadeos y efectos estroboscópicos.

NOTA: Esto se puede lograr si la alimentación eléctrica es de corriente continua o usando lámparas de frecuencia alta (unos 30 kHz) o mediante la distribución de la iluminación en más de una fase de la alimentación.

4.12 Iluminación de emergencia

Se instalará una iluminación de emergencia, cuyos detalles podrán verse en una norma aparte que está ahora en preparación.

5 Lista de requisitos de iluminación

Los requisitos de la iluminación recomendados para diversos locales y actividades se brindan en las tablas de esta cláusula de la siguiente manera.

- Columna 1: Lista de (áreas) tareas interiores
La columna 1 lista aquellos interiores, tareas o actividades para las cuales se brindan requisitos específicos. Si un interior, tarea o actividad en particular no está en la lista, deben adoptarse los valores dados para una situación similar comparable.
- Columna 2: Iluminancia mantenida (\bar{E}_m , lux)
La columna 2 brinda la iluminancia mantenida sobre la superficie de referencia para el interior, la tarea o la actividad indicada en la columna 1 (ver 4.3).
- Columna 3: Capacidad unificada límite del deslumbramiento (CUD_L)
La columna 3 da los límites de la CUD aplicables a las situaciones indicadas en la columna 1 (ver 4.4).
- Columna 4: Índice mínimo del rendimiento de color (R_a)
La columna 4 brinda los índices mínimos de rendimiento de color para la situación indicada en la columna 1 (ver 4.6.2).

Columna 5: Observaciones

Se hacen advertencias y notas para las excepciones y aplicaciones especiales de las situaciones listadas en la columna 1.

Para las aplicaciones de TPV, ver 4.10.

TAREAS Y ACTIVIDADES EN AREAS INTERIORES CON ESPECIFICACION DE LA ILUMINANCIA, LA LIMITACION DEL DESLUMBRAMIENTO Y LA CUALIDAD DE COLOR

Tipo de interior, tarea o actividad	\bar{E}_m lux	CUD_L	R_a	Notas
1. AREAS GENERALES DE EDIFICACIONES				
Vestíbulos de entrada	100	22	60	
Salas de estar, de fumar	200	22	80	
Áreas de circulación y pasillos	100	28	40	En las salidas y entradas proporcionar una zona de transición y evitar cambios súbitos
Escaleras, escaleras mecánicas y transportadores (de personas)	150	25	40	
Rampas/andenes/patios de carga	150	25	40	
Cantinas, tabernas	200	22	80	
Áreas de descanso	100	22	80	
Locales para ejercicios físicos	300	22	80	
Guardarropas, cuartos de aseo, baños, tocadores	200	25	80	
Enfermerías	500	19	80	
Locales para atención médica	500	16	90	T_{cp} 4 000 k, como mínimo
Cuartos técnicos (industrias), cuartos de aparamenta eléctrica	200	25	60	
Garita de posta, local del centro general de distribución	500	19	80	
Almacén, cuartos de mercancías, almacén refrigerado	100	25	60	200 lux si están ocupados continuamente
Áreas de despacho, embalaje, manipulación	300	25	60	
Estación de control	150	22	60	200 lux si están ocupados continuamente
2. EDIFICIO AGRICOLA				
Carga y operación de mercancías y equipos y maquinaria de manipulación de mercancías	200	25	80	
Edificación para ganado	50	28	40	
Cuartones de animales enfermos, establo de parición (vacas)	200	25	80	
Preparación de alimentos, lechería, lavado de utensilios	200	25	80	

Tipo de interior, tarea o actividad	\bar{E}_m lux	CUD_L	R_a	Notas
3. PANADERIAS				
Preparación y horneado	300	22	80	
Terminado, escarchado, decoración	500	22	80	
4. INDUSTRIA DEL CEMENTO, HORMIGÓN Y LADRILLOS				
Secado	50	28	20	Los colores de seguridad serán reconocibles
Preparación de materiales, trabajo en hornos y mezcladores	200	28	40	
Taller general de maquinaria	300	25	80	Para locales altos: ver también 4.6.2
Conformación	300	25	80	Para locales altos: ver también 4.6.2
5. INDUSTRIA DE LA CERÁMICA Y EL VIDRIO				
Secado	50	28	20	
Preparación, maquinado general	300	25	80	Para locales altos: ver también 4.6.2
Esmaltado, laminado, prensado, conformación de partes sencillas, escarchado, soplado del vidrio	300	25	80	Para locales altos: ver también 4.6.2
Trituración, estampado, pulido del vidrio, conformación de partes precisas, fabricación de instrumentos de vidrio	750	19	80	Para locales altos: ver también 4.6.2
Trabajo decorativo	500	19	80	
Trituración de vidrio óptico, trituración y estampado manual de cristales, trabajo en productos comunes	750	16	80	
Trabajo de precisión, p.e., triturado decorativo, pintura a mano	1 000	16	90	T_{cp} 4 000 K, como mínimo
Fabricación de piedras preciosas sintéticas	1 500	16	90	T_{cp} 4 000 K, como mínimo
6. INDUSTRIAS QUIMICAS, PLÁSTICAS Y DE LA GOMA				
Instalaciones de procesamiento operadas a distancia	50		20	Los colores de seguridad serán reconocibles
Instalaciones de procesamiento con intervención manual limitada	150	28	40	
Puestos de trabajo atendidos constantemente en instalaciones	300	25	80	

Tipo de interior, tarea o actividad	\overline{E}_m lux	CUD_L	R_a	Notas
de procesamiento				
Locales de mediciones precisas, laboratorios	500	19	80	
Producción farmacéutica	500	22	80	
Producción de neumáticos	500	22	80	
Inspección de colores	1 000	16	90	T_{cp} 6 500 K, como mínimo
Corte, acabado, inspección	750	19	80	
7. INDUSTRIA ELÉCTRICA				
Fabricación de cables y alambres	300	25	80	Para locales altos, ver también 4.6.2
Devanados:				
– devanados grandes	300	25	80	Para locales altos, ver también 4.6.2
– devanados de tamaño medio	500	22	80	Para locales altos, ver también 4.6.2
– devanados pequeños	750	19	80	Para locales altos, ver también 4.6.2
Impregnación de devanados	300	25	80	Para locales altos, ver también 4.6.2
Galvanización	300	25	80	Para locales altos, ver también 4.6.2
Trabajo de montaje:				
– obra gruesa, p.e., transformadores grandes	300	25	80	Para locales altos, ver también 4.6.2
– mediano, p.e., centros generales de distribución	500	22	80	
– fino, p.e., teléfonos	750	19	80	
– de precisión, p.e., equipos de mediciones	1 000	16	80	
Talleres de electrónica, ensayos, ajustes	1 500	16	80	
8. INDUSTRIA ALIMENTICIA				
Puestos y zonas de trabajo en cervecerías, piso de germinación de malta, lavado, llenado de barriles, limpieza, cernido (cribado), peladura, cocinado en fábricas de conservas y chocolates, puestos y zonas de trabajo en fábricas de azúcar, secado y curado de tabaco en hoja, toneles (bodegas) de fermentación	200	25	80	
Clasificación y lavado de productos, molienda (molturación), mez-	300	25	80	

Tipo de interior, tarea o actividad	\bar{E}_m lux	CUD_L	R_a	Notas
clado y envase				
Puestos y zonas de trabajo en mataderos, carnicerías, lecherías, pisos de filtros, refinerías de azúcar	500	25	80	
Corte y clasificación de frutas y vegetales	300	25	80	
Fabricación de alimentos finos, cocinas	500	22	80	
Fabricación de tabacos y cigarillos	500	22	80	
Inspección de envases (vidrio) y botellas, control de productos, adorno, decoración	500	22	80	
Laboratorios	500	19	80	
Inspección de colores	1 000	16	90	T_{cp} 4 000 K, como mínimo
9. FUNDICIONES Y PLANTAS DE MOLDEO DE METALES				
Túneles soterrados (para hombres), sótanos, etc.	50	28	20	Los colores de seguridad serán reconocibles
Plataformas	100	25	40	Para locales altos: ver también 4.6.2
Preparación de arena	200	25	80	Para locales altos: ver también 4.6.2
Local de desarenado	200	25	80	Para locales altos: ver también 4.6.2
Puestos de trabajo en cubilote y mezclador	200	25	80	Para locales altos: ver también 4.6.2
Patio de fundición	200	25	80	Para locales altos: ver también 4.6.2
Áreas de desmoldeo	200	25	80	Para locales altos: ver también 4.6.2
Máquina moldeadora	200	25	80	Para locales altos: ver también 4.6.2
Moldeo manual y de machos	300	25	80	Para locales altos: ver también 4.6.2
Fundición en coquillas	300	25	80	Para locales altos: ver también 4.6.2
Edificio de plantillas	500	22	80	Para locales altos: ver también 4.6.2
10. SECADO DE PELO				
Secado de pelo	500	19	90	
11. FABRICACIÓN DE JOYAS				
Trabajo con piedras preciosas	1 500	16	90	T_{cp} 4 000 K, como mínimo
Manufactura de joyas	1 000	16	90	
Fabricación (manual) de relojes	1 500	16	80	

Tipo de interior, tarea o actividad	\bar{E}_m lux	CUD_L	R_a	Notas
Fabricación (automática) de relojes	500	19	80	
12. LAVANDERIA Y LAVADO EN SECO				
Entrada de la ropa, marcado y clasificación	300	25	80	
Lavado (normal) y en seco	300	25	80	
Planchado, calandria (prensado)	300	25	80	
Inspección y arreglos	750	19	80	
13. INDUSTRIA DEL CUERO				
Trabajo en cubas, toneles, fosos	200	25	40	
Descarnado, raspado, frotado (pulido), tambor de limpieza de pieles	300	25	80	
Trabajo de talabartería, fabricación de calzado, punteadora, cosido, pulido, conformado, corte, punzonado	500	22	80	
Clasificación	500	22	90	T_{cp} 4 000 K, como mínimo
Teñido del cuero (a máquina)	500	22	80	
Control de la calidad	1 000	19	80	
Inspección del color	1 000	16	90	T_{cp} 4000 K, como mínimo
Elaboración de calzado	500	22	80	
Elaboración de guantes	500	22	80	
14. LABRADO Y PROCESAMIENTO DE METALES				
Forjado con estampa abierta	200	25	60	
Forjado por estampación (en caliente), soldadura, extrusión en frío	300	25	60	
Maquinado grueso y medio: tolerancias > 0,1 mm	300	22	60	
Maquinado de precisión: rectificado: tolerancias < 0,1 mm	500	19	60	
Marcado (trazado); inspección	750	19	60	
Plantillas de dibujo de alambres y tuberías	300	25	60	
Maquinado de planchas > 5 mm	200	25	60	

Tipo de interior, tarea o actividad	\bar{E}_m lux	CUD_L	R_a	Notas
Labrado (metalisterías) de chapas < 5 mm	300	22	60	
Elaboración de herramientas: fabricación de equipos de corte	750	19	60	
Montaje:				
– grueso	200	25	80	Para locales altos: ver 4.6.2
– medio	300	25	80	Para locales altos: ver 4.6.2
– fino	500	22	80	Para locales altos: ver 4.6.2
– de precisión	750	19	80	Para locales altos: ver 4.6.2
Galvanización	300	25	80	Para locales altos: ver 4.6.2
Preparación y pintura de las superficies	750	25	80	
Elaboración de herramientas, plantillas y taladradores; mecánica de precisión, micromecánica	1 000	19	80	
15. INDUSTRIA DEL PAPEL				
Molinos de pulpa, muelas verticales	200	25	80	Para locales altos: ver 4.6.2
Fabricación y procesamiento del papel, maquinaria papelera y de corrugación, fabricación de cartones y cartulinas	300	25	80	Para locales altos: ver 4.6.2
Trabajo normal de encuadernación de libros, p.e., doblado, clasificación, encolado, corte, estampado en relieve, cosido	500	22	60	
16. PLANTAS ELÉCTRICAS				
Planta de suministro de combustible	50	28	20	Los colores de seguridad serán reconocibles
Casa de calderas	100	28	40	
Salas de máquinas				Para locales altos: ver 4.6.2
Locales auxiliares, p.e., cuartos de bombas, cuartos de condensadores, cuartos de paneles eléctricos, etc.	200	25	60	
Cuartos de control	500	16	80	1. Los paneles de control son frecuentemente verticales. 2. Puede requerirse atenuación de la iluminación. 3. Para trabajo con TPV, ver 4.10.

Tipo de interior, tarea o actividad	\bar{E}_m lux	CUD_L	R_a	Notas
17. IMPRESORAS				
Corte, dorado, estampado, grabado en bloque, trabajo en sillares y platinas, imprentas, elaboración de matrices (moldes)	500	19	80	
Clasificación del papel e impresión a mano	500	19	80	
Linotipia, retoque, litografía	1 000	19	80	
Inspección de colores en impresión multicolor	1 500	16	90	T_{cp} 5 000 K
Grabado en acero y cobre	2 000	16	80	Para iluminación direccional, ver 4.5.2
18. TALLERES DE HIERRO Y ACERO				
Plantas de producción sin intervención manual	50	28	20	Los colores de seguridad serán reconocibles
Plantas de producción con operación manual ocasionalmente	150	28	40	
Plantas de producción con operación manual continuamente	200	25	80	Para locales altos, ver también 4.6.2
Almacén de palanquilla	50	28	20	Los colores de seguridad serán reconocibles
Hornos	200	25	20	Los colores de seguridad serán reconocibles
Tren de laminación, bobinador, línea de cizallamiento	300	25	40	
Plataformas de control, paneles de control	300	22	80	
Ensayo, medición e inspección	500	22	80	
Túneles soterrados (tamaño humano), cintas transportadoras, sótanos, etc.	50	28	20	Los colores de seguridad serán reconocibles
19. INDUSTRIA TEXTIL				
Lugares de trabajo y zonas en baños, apertura de pacas	200	25	60	
Cardado, lavado, planchado, dibujo, peinado, apresto, tejeduría, prehilado, hiladura de yute y cáñamo	300	22	80	
Hilado, plegado, devanado, urdida, tejeduría, trenzado, tejido	500	22	80	Prevenir los efectos estroboscópicos

Tipo de interior, tarea o actividad	\bar{E}_m lux	CUD_L	R_a	Notas
de punto				
Costura, tejidos finos de punto, dar puntadas	750	22	90	
Diseño manual, dibujo de patrones	750	22	90	T_{cp} 4 000 K, como mínimo
Acabado, teñido	500	22	80	
Cuarto de secado	100	28	60	
Impresión automática en géneros	500	25	80	
Despizado, batonado, galonado	1 000	19	80	
Inspección de colores, control de tejidos	1 000	16	90	T_{cp} 4 000 K, como mínimo
Zurcido invisible	1 500	19	90	T_{cp} 4 000 K, como mínimo
Fabricación de sombreros	500	22	80	
20. CONSTRUCCIÓN DE VEHÍCULOS				
Carrocería y ensamblaje	500	22	80	
Pintura, cámara de pintar (con pistola), cámara de pulir	750	22	80	
Pintura: retoque, inspección	1 000	16	90	T_{cp} 4 000 K, como mínimo
Tapicería (vestidura) manual	1 000	19	80	
Inspección final	1 000	19	80	
21. CARPINTERÍA E INDUSTRIA DEL MUEBLE				
Procesamiento automático, p.e., fabricación de madera contrachapada seca	50	28	40	
Fosos de vapor	150	28	40	
Bastidor de sierra	300	25	60	Prevenir efectos estroboscópicos
Trabajo en banco de ebanista, encolado, montaje	300	25	80	
Pulido, pintado, ebanistería de fantasía	750	22	80	
Trabajo en máquinas de carpintería, p.e., torneado, ranurado, cepillado, ranurado, corte, aserrado, vertedero	500	19	80	Prevenir efectos estroboscópicos
Selección de maderas en chapas, mosaicos de madera, trabajo de incrustación	750	22	90	T_{cp} 4 000 K, como mínimo
Control de calidad	1 000	19	90	T_{cp} 4 000 K, como mínimo

Tipo de interior, tarea o actividad	\overline{E}_m lux	CUD_L	R_a	Notas
22. OFICINAS				
Archivo, copia, circulación, etc.	300	19	80	
Escritura, mecanografía, lectura, procesamiento de datos	500	19	80	Para trabajar en TPV, ver 4.10
Dibujo técnico	750	16	80	
Estación de trabajo CAD	500	19	80	Para trabajar en TPV, ver 4.10
Salas de conferencias y reuniones	500	19	80	La iluminación debiera ser controlable (regulable)
Buró (carpeta) de recepción	300	22	80	
Archivos	200	25	80	
23. VENTA AL DETALLE (al por menor)				
Área de ventas, pequeña	300	22	80	
Área de ventas, grande	500	22	80	
Área de (cajas) contadoras	500	19	80	
Mostrador (mesa) de envolver	500	19	80	
24. RESTAURANTES Y HOTELES				
Carpeta de recepción/cajero, mesa de conserje	300	22	80	
Cocina	500	22	80	
Restaurante, comedor, salón multiuso	200	22	80	La iluminación debe diseñarse para crear una atmósfera íntima
Restaurante de autoservicio	200	22	80	
Buffet (comidas frías)	300	22	80	
Salas de conferencias	500	19	80	La iluminación debiera ser controlable (regulable)
Corredores (pasillos)	100	25	80	Son aceptables niveles inferiores durante la noche
25. LOCALES DE ENTRETENIMIENTO				
Teatros y salas de concierto	200	22	80	
Salas multipropósito	300	22	80	
Locales de ejercicios, vestidores	300	22	80	Se requiere que los espejos para maquillarse estén libres de deslumbramiento

Tipo de interior, tarea o actividad	\bar{E}_m lux	CUD_L	R_a	Notas
Museos (general)	300	19	80	Iluminación adecuada para los requisitos de exposición; proteger contra los efectos de la radiación
26. BIBLIOTECAS				
Estanterías (de libros)	200	19	80	
Áreas de lectura	500	19	80	
Mostradores	500	19	80	
27. PARQUEOS PÚBLICOS (interiores)				
Rampas ent./sal. (durante el día)	300	25	40	Los colores de seguridad serán reconocibles
Rampas ent./sal. (durante la noche)	75	25	40	Los colores de seguridad serán reconocibles
Sendas de tránsito	75	25	40	Los colores de seguridad serán reconocibles
Áreas de parqueo	75	28	40	Una iluminación vertical alta aumenta el reconocer los rostros de las personas y, por lo tanto la sensación de seguridad
Oficina de entrada	300	19	80	1. Evitar reflexiones en las ventanas. 2. Prevenir el deslumbramiento desde el exterior
28. EDIFICIOS EDUCACIONALES				
Local de juegos (escuela)	300	19	80	
Aula de pre-escolares	300	19	80	
Aula de habilidades pre-escolares	300	19	80	
Aulas, locales de profesores	300	19	80	La iluminación debe ser controlable (regulable)
Aulas para clases nocturnas y de educación de adultos	500	19	80	
Salas de lectura	500	19	80	La iluminación debe ser controlable (regulable)
Pizarras, pizarrones	500	19	80	Evitar reflexiones especulares
Mesa de demostraciones	500	19	80	En salas de lectura, 750 lux
Locales de artes y oficios	500	19	80	
Locales de artes (en escuelas de arte)	750	19	90	$T_{cp} > 5\,000\text{ K}$
Salas de dibujo técnico	750	16	80	

Tipo de interior, tarea o actividad	\bar{E}_m lux	CUD_L	R_a	Notas
Locales de prácticas y laboratorios	500	19	80	
Taller de enseñanza	500	19	80	
Locales de prácticas de música	300	19	80	
Locales de prácticas de computación	500	19	80	Para trabajo con TPV, ver 4.10
Laboratorio de idiomas	300	19	80	
Locales y talleres de preparación	500	22	80	
Locales comunes de estudiantes y salas de reuniones	200	22	80	
Locales de maestros	300	22	80	
Salas deportivas, gimnasios y piscinas	300	22	80	Para facilidades de acceso público, ver CIE 58-1983 y CIE 62-1984
29. EDIFICACIONES PARA EL CUIDADO DE LA SALUD				
Salas de espera	200	22	80	Iluminancia a nivel del piso
Corredores: durante el día	200	22	80	Iluminancia a nivel del piso
Corredores: durante la noche	50	22	80	Iluminancia a nivel del piso
Locales de día	200	22	80	Iluminancia a nivel del piso
Oficina del personal	500	19	80	
Locales del personal	300	19	80	
Guardias hospitalarias:				
– Iluminación general	100	19	80	Iluminancia a nivel del piso
– Iluminación para la lectura	300	19	80	
– Exámenes sencillos	300	19	80	
Reconocimiento y tratamiento	1 000	19	90	
Iluminación nocturna, iluminación de observación	5	19	80	
Baños y tocadores para pacientes	200	22	80	
Local de exámenes generales	500	19	90	
Exámenes de oídos y ojos	1 000		90	Luminaria local para los exámenes
Prueba de lectura y visión de colores con pancartas visuales	500	16	90	
Localizadores con aumentadores de imágenes y sistemas de TV	50	19	80	Para trabajo con TPV, ver 4.10
Locales de diálisis	500	19	80	

Tipo de interior, tarea o actividad	\bar{E}_m lux	CUD_L	R_a	Notas
Locales de dermatología	500	19	90	
Locales de endoscopías	300	19	80	
Locales de enyesar	500	19	80	
Baños de médicos	300	19	80	
Masaje y radioterapia	300	19	80	
Salas pre-operatorias y de recuperación	500	19	90	
Quirófano	1 000	19	90	
Cavidad de operaciones	Especial			$\bar{E}_m = 10\,000 \text{ lux} - 100\,000 \text{ lux}$
Cuidado intensivo:				
– Iluminación general	100	19	90	A nivel del piso
– Exámenes sencillos	300	19	90	A nivel de cama
– Reconocimiento y tratamiento	1 000	19	90	A nivel de cama
– Guardia nocturna	20	19	90	
Dentistas:				
– Iluminación general	500	19	90	La iluminación debe estar libre de deslumbramiento para el paciente.
– En el paciente	1 000		90	Luminaria local para examen
– Cavidad de operación	5 000		90	Se pueden requerir valores mayores de 5 000 lux
– Maquinado de diente blanco	5 000		90	$T_{cp} > 6\,000 \text{ K}$
Inspección de colores (laboratorios)	1 000	19	90	$T_{cp} > 5\,000 \text{ K}$
Cuartos de esterilización	300	22	80	
Cuartos de autopsias y morgue	500	19	90	
Mesa de autopsias y mesa de disección	5 000		90	Se pueden requerir valores mayores de 5 000 lux
30. AEROPUERTOS				
Salones de llegadas y partidas, áreas de recogida de equipaje	200	22	80	Para salones altos, ver también 4.6.2
Áreas de conexión, escaladores (mecánicos), cintas transportadoras	150	22	80	
Buroes de información, carpeta de chequear	500	19	80	Para trabajo con TPV, ver 4.10
Aduana y control de pasaportes	500	19	80	Es importante la iluminación vertical
Áreas de espera	200	22	80	

Tipo de interior, tarea o actividad	\overline{E}_m lux	CUD_L	R_a	Notas
Depósitos de equipajes	200	28	60	
Áreas de chequeo de seguridad	300	19	80	Para trabajo con TPV, ver 4.10
Torre de control de tráfico aéreo	500	16	80	1. La iluminación debe ser atenuable. 2. Para trabajo con TPV, ver 4.10. 3. Debe evitarse el deslumbramiento por luz natural.
Locales de tráfico aéreo	500	16	80	1. La iluminación debe ser atenuable. 2. Para trabajo con TPV, ver 4.10.
Hangares de pruebas y reparaciones	500	22	80	Locales altos: ver también 4.6.2
Área de prueba de máquinas	500	22	80	Locales altos: ver también 4.6.2
Áreas de medición en hangares	500	22	80	Locales altos: ver también 4.6.2
Plataformas y pasos (soterrados) de pasajeros	50	28	40	
Sala de pasajes y de concurrencia	200	28	40	
Oficinas y mostradores de pasajes y de equipaje	300	19	80	
31. IGLESIAS, MEZQUITAS, SINAGOGAS Y TEMPLOS				
Nave de iglesia	100	25	80	
Asientos, altar, púlpito	300	22	80	

6 Procedimientos de verificación

6.1 Iluminancia

La iluminancia se medirá en puntos específicos de las áreas pertinentes. Las lecturas no serán menores que las calculadas para dichos puntos.

La iluminancia mantenida se calculará a partir de los valores medidos en los mismos puntos de la retícula que se utilizó en los cálculos del diseño y el valor no será menor que el especificado para la tarea.

Para las mediciones a repetir se usarán los mismos puntos.

6.2 Capacidad unificada de deslumbramiento (*CUD*)

El fabricante de la luminaria proporcionará los datos de la *CUD* autenticada producidos por el método tabular al valor 1.1 de la razón espaciamento/altura (de acuerdo con la Publicación CIE 117-1995) para la luminaria/esquema. La configuración de la instalación y los acabados de las superficies se comprobarán contra las suposiciones del diseño.

La instalación estará de acuerdo con las suposiciones del diseño.

6.3 Índice (R_a) de rendimiento de color

El fabricante de las lámparas proporcionará los datos autenticados del R_a para las lámparas utilizadas en el esquema. Las lámparas se verificarán contra las especificaciones del diseño y tendrán un R_a no menor que el valor especificado en el diseño.

Las lámparas serán tal y como se especificaron en el diseño.

6.4 Apariencia de color (T_{cp})

El fabricante de las lámparas proporcionará los datos autenticados de T_{cp} para las lámparas utilizadas en el esquema. El valor de T_{cp} de las lámparas no será menor que el valor especificado en el diseño.

6.5 Mantenimiento

El proyectista:

establecerá el factor de mantenimiento y listará todas las suposiciones hechas en la deducción del valor,

verificará los equipos de iluminación adecuados para el entorno de la aplicación,

preparará un programa general de mantenimiento, que incluirá la frecuencia de reposición de las lámparas, los intervalos de limpieza de las luminarias y las superficies del local, y el método de limpieza.

6.6 Luminancia de las luminarias

La luminancia media de la parte luminosa de la luminaria se medirá o calculará, o ambos casos, radialmente en el plano-C a intervalos de 15° desde 0° y en elevación en ángulos- γ de 65°, 75° y 85°. El fabricante de la luminaria proporcionará normalmente estos datos so-

bre la base de la entrega máxima (lámpara/luminaria). Los valores no excederán los límites especificados en la cláusula 4.10.

6.7 Tolerancias en las mediciones

Puede haber muchos factores que causen disparidad entre el valor calculado y el comportamiento medido de una instalación de iluminación. La razón principal de esto es que, aún si el proceso de cálculo es de la mayor exactitud posible, se presupone que todas las lámparas, circuitos y luminarias, individualmente, proporcionan un comportamiento fotométrico idéntico. Esto es claramente imposible y debe suponerse alguna tolerancia. La magnitud de la diferencia, sobre la base de la experiencia práctica, ha de esperarse que esté dentro del 10 % para las mediciones de la iluminancia y la luminancia.